

- 1 -

## **Hydrophobe Beschichtung einzelner Komponenten von Hörgeräten**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum  
5 flüssigkeitsdichten Abdichten von Kleinstspalten, Ritzen  
und/oder Öffnungen in Gehäusewandungen, Verwendungen des  
Verfahrens, Gehäuse von elektrischen bzw. elektronischen  
Geräten, aufweisend Spalten, Kapillaren, Ritzen, Öffnungen  
und dgl., welche gegen das Eindringen von Flüssigkeit  
10 abzudichten sind, nicht jedoch gegen Gasdurchlässigkeit,  
sowie ein Batteriefach eines Hörgerätes.

Insbesondere bei medizinischen Geräten, welche am Körper  
getragen werden besteht die Gefahr, dass durch  
Feuchtigkeit, Schweiss, etc. gewisse Teile und Komponenten  
15 des Gerätes korrodieren können bzw. nicht mehr  
funktionieren. Speziell führt das Eindringen von  
Feuchtigkeit und Schweiss in Hörgeräten zu Korrosion,  
beispielsweise der Batterie, und in einigen Fällen zu  
Störungen der Elektronik sowie der elektroakustischen  
20 Wandler. Entsprechend werden verschiedene Verfahren  
beschrieben, um Hörgeräte feuchtigkeitsresistenter zu  
machen.

In der DE 19502994A1 wird ein wasserdichtes Hörgerät  
beschrieben, in welchem die Eigenschaft der Wasserdichtheit  
25 durch aufwendige konstruktive Massnahmen, wie Dichtungen  
und Membranen erreicht wird. Die DE 3834316C1 beschreibt  
ein vollständig wasserdichtes Hörgerät, zeigt aber im  
Vergleich zur vorherigen Patentanmeldung nicht im Detail

- 2 -

auf, wie die Wasserdichtheit erreicht wird und legt grösseres Gewicht auf die Ausführung der wasserdichten Bedienungselemente. Wiederum in der JP 11069498, der US 005249234A und der US 6510230B2 werden verschiedene  
5 Ansätze beschrieben, um HdO-Geräte mittels einer Schutzhülle vor Feuchtigkeit zu schützen. Diese Schutzhülle enthält je nach Ausführung auch schweiss- oder feuchtigkeitsabsorbierende Stoffe.

In der US 20020181725A1 wird ein Kondensator-Mikrophon  
10 beschrieben mit einer hydrophoben Membrane, um ein Zusammenkleben mit dem Backplate zu verhindern und auch verschiedene Methoden, wie diese Hydrophobisierung erreicht werden kann.

Die US 2002100605 beschreibt eine hydrophobe Beschichtung  
15 für Gehäuse von elektrischen Geräten, insbesondere in Bezug auf Überspannungsableiter. Wiederum in weiteren Druckschriften werden hydrophobe Beschichtungen von Substraten, wie Kunststoffen, Holz, Beton, etc. beschrieben, bei welchen aber die oben geschilderte  
20 Problematik kein Thema ist.

Speziell medizinische Geräte, welche am Körper getragen werden, wie Pulsfrequenzmesser, invasiv ermittelnde Bluteigenschaftssensoren, wie Oximetrie-Sensoren, Herzfrequenzmessgeräte, Hörgeräte und dgl. sind in der  
25 Regel komplexe Apparate, welche aus einer Vielzahl einzelner, mechanischer und elektronischer Komponenten bestehen, die in verschiedenen Verfahren hergestellt und anschliessend montiert werden. Wegen der mechanischen Toleranzen der Spritzgusskunststoffteile, welche in den

- 3 -

meisten Fällen für Gehäuse, Batteriedeckel, Schalter, und dgl. verwendet werden, entstehen auch im zusammengebauten Zustand der Geräte immer mikroskopische Kapillarspalte zwischen den einzelnen Komponenten.

- 5 Weil die überragende Mehrheit dieser medizinischen Geräte, wie beispielsweise Hörgeräte, mit Zink-Luft-Batterien betrieben werden ist es nicht möglich, das Gerät hermetisch zu verschliessen, da die Batterie eine konstante Sauerstoffversorgung benötigt, um die Betriebsspannung
- 10 aufrecht zu erhalten. Selbstverständlich ist diese Anforderung auch bei anderen elektronischen bzw. elektrischen Komponenten denkbar, welche eine gewisse Belüftung benötigen. Dies hat zur Folge, dass eine vollständige Dichtheit, wie teilweise im Stand der Technik
- 15 beschrieben, nicht geeignet ist. Auch aufwendige mechanische Konstruktionen mittels Dichtungen und poröser Membranen, wie aus dem Stand der Technik bekannt, sind nicht geeignet und machen medizinische Geräte in der Regel grösser und teurer.
- 20 Es ist äusserst schwierig die Einflüsse von Kapillarspalten in der Designphase eines Hörgerätes bzw. generell eines medizinischen Kleinstgerätes vorauszusehen. Da jedoch mechanische Konstruktionen zur Verhinderung eines Flüssigkeitseintrittes bei bestehenden Gerätedesigns nicht
- 25 mehr ohne weiteres möglich sind, ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Dichtheit von medizinischen Geräten, wie insbesondere Kleinstgeräten und Hörgeräten zu erfüllen ohne Designänderungen vornehmen zu müssen. Wesentlich ist auch, dass bei vollständigem Abdichten gegen

- 4 -

Feuchtigkeitseintritt nach wie vor eine Gasdurchlässigkeit in den Kapillarspalten vorhanden ist.

In der Entwicklung von Hörgeräten und dgl. geht der Trend immer mehr in den Bau modularer Komponenten, welche für  
5 verschiedene Geräte neu kombiniert werden können. Zur Reduktion der Arbeitszeit und -kosten und der Verbesserung der Reproduzierbarkeit wird auch beispielsweise für Im-Ohr-Hörgeräte eine höhere Modularität angestrebt. Das inhärente Problem bei modularen Systemen sind jedoch die erwähnten  
10 Kapillarspalten, die beim Zusammensetzen der einzelnen Module zu einem Gerät entstehen. Durch diese Kapillaren wird ein Eindringen von Flüssigkeit in das Hörgerät beschleunigt.

Schliesslich scheitert die Möglichkeit, das Hörgerät aus  
15 wasserabstossenden hydrophoben Werkstoffen zu bauen, welche die Benetzbarkeit und damit ein Eindringen von Flüssigkeit durch Kapillarspalten reduzieren würde an der Tatsache, dass solche Werkstoffe, wie z.B. Teflon, weder mit den üblichen Verfahren bearbeitet werden können, noch die  
20 mechanischen und ästhetischen Kriterien erfüllen.

Erfindungsgemäss wird zur Lösung der oben geschilderten Problematik vorgeschlagen, durch gezielte, hydrophobe Beschichtung einzelner Komponenten bzw. Bereichen eine Gehäusewandung eines elektronischen oder elektrischen  
25 Gerätes, wie insbesondere eines medizinischen Gerätes, im Bereich der erwähnten Kapillarspalten, Ritzen und dgl. diese gegen einen Flüssigkeitseintritt zu schützen, indem die hydrophobe Beschichtung (Hydrophobisierung) der einzelnen Bauteile bzw. Gehäusebereiche die

- 5 -

Oberflächenenergie des Werkstoffes erniedrigt. Dies bewirkt, dass sich Flüssigkeitstropfen, wie Wasser, Schweiß und dgl., auf der Oberfläche der Bauteile bzw. Gehäusebereiche nicht ausbreiten können, sondern sich mit  
5 einem höheren Kontaktwinkel zusammenziehen, wie dies in den Figuren 1a und 1b bzw. 2 gezeigt ist. Dadurch ist es für einen Flüssigkeitstropfen schwieriger, durch die Kapillarspalte ins Innere des medizinischen Gerätes, wie beispielsweise des Hörgerätes, einzudringen. Andererseits  
10 aber bleiben diese Kapillarspalten bzw. Ritzen durch den Verzicht auf Anordnen von Dichtungen gasdurchlässig, so dass der eingangs erwähnte Gasaustausch mit der Umgebung gewährleistet ist, wie beispielsweise die Sauerstoffversorgung von Zink-Luft-Batterien.  
15 Die Erfindung wird nun beispielsweise und unter Bezug auf die beigefügten Figuren näher erläutert.

Dabei zeigen:

- Fig. 1a und 1b      den Einfluss einer hydrophoben Beschichtung auf die Benetzbarkeit der  
20 beschichteten Oberfläche bzw. auf den Kontaktwinkel von Wasser auf der Oberfläche,  
Fig. 2              im Schnitt dargestellt, eine Kapillaröffnung bzw. eine Spalte in einer  
25 Gehäusewandung, wie beispielsweise eines Hörgerätes,  
Fig. 3 und 4        je ein Beispiel eines Batteriefaches im Schnitt eines Hörgerätes.

P203738

- 6 -

Figur 1a zeigt den Kontaktwinkel von Wasser auf einer unbehandelten bzw. nicht beschichteten Oberfläche 3, wie beispielsweise eines Polymeres, welches für Hörgerätebestandteile eingesetzt wird. Beispielsweise  
5 verwendete Polymere sind Polyamid, ABS, etc.. Der Kontaktwinkel liegt gemäss Figur 1a deutlich unter 80°.

Durch eine hydrophobe Beschichtung auf der Oberfläche 5 wird nun der Kontaktwinkel deutlich gesteigert, wie beispielsweise über 100°, was in etwa der Benetzbarkeit von  
10 Teflon entspricht.

In Figur 2 ist schematisch im Schnitt eine Kapillarspalte 11 dargestellt, welche beispielsweise in einer Hörgeräte-Gehäusewandung 7 ausgebildet sein kann. Ein Vergleich mit den beiden Figuren 1a und 1b zeigt nun deutlich, dass ein  
15 Wassertropfen gemäss Figur 1a mit Leichtigkeit durch die Kapillare 11 hindurchgelangen kann, währenddem der Wassertropfen gemäss Figur 1b auf der Oberfläche der Gehäusewandung verbleibt, indem Eindringen durch die Kapillare 11 unmöglich ist. Da aber keine dichtende Mittel,  
20 wie beispielsweise Gummidichtungen und dgl. in der Kapillare 11 angeordnet sind, bleibt trotzdem die Gasdurchlässigkeit erhalten.

Anhand der beiden Figuren 3 und 4 sollen nun konkrete Beispiele dargestellt werden, welche Bauteile, wie je ein  
25 Batteriefach in einem Hörgerät, darstellen, welches erfindungsgemäss abzudichten ist.

Figur 3 zeigt im Schnitt den Bereich eines Batteriefaches eines herkömmlichen Hörgerätes, welches gegen das Eindringen von Flüssigkeit abgedichtet ist. Dabei ist es

- 7 -

nun wichtig, dass sämtliche im Bereich des Batteriefaches  
19 angeordneten Gehäuseteile mit einer hydrophoben  
Beschichtung versehen sind. Diese Teile umfassen den  
Batteriedeckel 13, das erwähnte Batteriefach 19, das  
5 Gehäuse 23 sowie den Funktionsschalter 21.

Die einzelnen Bauteile werden nach ihrer Herstellung oder  
Lieferung und vor dem Einbau in ein Hörgerät beschichtet.  
Für ein Gehäuse, wie beispielsweise dargestellt in Figur 3,  
heisst dies beispielsweise, dass es nach dem Spritzgiessen  
10 gereinigt und falls nötig vorbehandelt wird, um  
anschliessend mit einem der später beschriebenen Verfahren  
hydrophob beschichtet zu werden.

Welche Komponenten von einem spezifischen Hörgeräte-Design  
beschichtet werden müssen um einen möglichst wirksamen  
15 Schutz gegen das Eindringen von Flüssigkeit zu  
gewährleisten muss für jedes Hörgerät einzeln evaluiert  
werden. Grundsätzlich müssen mehrere Komponenten  
beschichtet werden, um eine Hydrophobisierung aller Seiten  
eines Kapillarsystems zu erreichen, wie beispielsweise  
20 unter Bezug auf Figur 3 beschrieben.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines  
Batteriefaches von einem Hörgerät und wiederum werden  
diejenigen Gehäuseteile bzw. Komponenten bezeichnet, welche  
mit einer hydrophoben Beschichtung zu versehen sind. Diese  
25 Teile umfassen beispielsweise einen Funktions- oder  
Tastknopf 31, den Batteriedeckel 33 sowie einen Rahmen 35.

Im Gegensatz zu den verschiedenen, eingangs beschriebenen  
Lösungen zum flüssigkeitsdichten Ausrüsten von Geräten wird  
in der vorliegenden Erfindung ein Flüssigkeitsschutz durch

- 8 -

eine gezielte Oberflächenbehandlung einzelner Komponenten eines elektronischen oder elektrischen Gerätes, wie beispielsweise einzelner Hörgeräte-Komponenten, erreicht. Mit welchem Verfahren die Bauteile hydrophobisiert werden ist an sich für die Erfindung von zweitrangiger Bedeutung, da eine Vielzahl derartiger Verfahren aus dem Stand der Technik bekannt sind. Nachfolgend sollen lediglich einige Verfahren beispielsweise angeführt werden, für das bessere Verständnis für die vorliegende Erfindung.

- 10 Grundsätzlich bieten sich chemische und physikalische Beschichtungsverfahren an. Bekannt sind beispielsweise Beschichtungen mittels sogenannter Sol-Gel Prozesse. Diese Verfahren stammen aus der chemischen Nanotechnologie. Die Oberfläche wird mit hydrophoben Nanopartikeln beschichtet, die in ein Polymernetzwerk eingebunden sind. Diese Schichten sind Verbundwerkstoffe (Nanokomposite) mit organischen und anorganischen Komponenten, welche über Sol-Gel Prozesse erzeugt werden können. Die Schichten werden durch einfache Tauch- oder Sprühprozesse aufgetragen und anschliessend ausgehärtet. Prinzipiell lassen sich diese Schichten auf alle Materialien auftragen, die die notwendigen Temperaturen zum Aushärten (Sintern) vertragen. Für die meisten Werkstoffe, die in Hörgeräten eingesetzt werden ist eine Beschichtung über Sol-Gel Prozesse möglich.
- 25 Durch die Auswahl der einzelnen chemischen Komponenten lassen sich die Eigenschaften der Oberfläche einstellen und hydrophobe oder auch antimikrobielle Effekte erzielen, wie z.B. in der WO03/094574 beschrieben.



- 9 -

Der Vorteil dieser Beschichtungen liegt in der einfachen Handhabung und dem geringen apparativen Aufwand der nötig ist.

5 Nanopartikel mit hydrophoben und oleophoben Eigenschaften und deren Applikationen wurden beispielsweise auch in DE10051182A1, DE 19544763A1 oder DE19948336A1 beschrieben. Weitere Verfahren zur hydrophoben Beschichtung von Polymeroberflächen finden sich in US 2002/0192385A1 oder DE10106213A1.

10 Selbstverständlich sind auch weitere chemische Hydrophobisierungsprozesse bekannt, wie beispielsweise unter Verwendung von Beschichtungen aus hydratisierten Silanen, fluorhaltigen Polykondensatbeschichtungen, etc..

15 Nebst chemischen Verfahren sind auch physikalische Verfahren, wie beispielsweise Beschichtungen über Plasmaverfahren, geeignet.

Die Beschichtung erfolgt über Niedertemperatur-Plasmaverdampfungsverfahren. Dabei wird im gleichen Arbeitsschritt die Oberfläche gereinigt und aktiviert (z.B. 20 O2 Plasma) und anschliessend beschichtet. Bei der Beschichtung wird entweder eine kompakte Polymerschicht aus einem fluorhaltigen Polymer auf das Bauteil aufgebracht oder ein hydrophobes Molekül direkt an den Bauteilkunststoff angeheftet.

25 Die Vorteile der vorliegenden Erfindung sind die Folgenden: Infolge der hydrophoben Beschichtungen, beispielsweise im Bereich eines Batteriefaches kann die Anfälligkeit auf Korrosion in einem elektronischen Kleinstgerät, wie

- 10 -

beispielsweise einem medizinischen Gerät, wie insbesondere einem Hörgerät, durch Verhinderung des Flüssigkeitseintrittes vermindert oder gar ausgeschlossen werden.

- 5 Die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens ist auf alte, schon in den Markt eingeführte Produkte möglich. Die Verbesserung der Flüssigkeitsresistenz ist möglich ohne Designänderungen. Ein Gerät kann nachträglich im Service mit hydrophobisierten Bauteilen nachgerüstet werden.
- 10 Serviceintervalle bedingt durch Verschmutzung oder Korrosion können verlängert werden, d.h. das Gerät verfügt über eine längere Lebensdauer.

Bei modularen elektronischen Geräten, wie Medizinalgeräten bzw. Hörgeräten, mit vielen Kapillarspalten ist eine

- 15 Verminderung/Veränderung des Wassereintrittes möglich. Dadurch fallen aufwendige, mechanische Dichtungen weg und die Geräte können kleiner und kostengünstiger gebaut werden.

- 11 -

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum flüssigkeitsdichten Abdichten von Kleinstspalten, Ritzen, Kapillaren und/oder Öffnungen in Gehäusewandungen, wobei eine gewisse Gasdurchlässigkeit erhalten bleiben muss, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäusewandung mindestens im Bereich der Spalte, Ritze, Öffnung oder Kapillare mit einer hydrophoben Beschichtung versehen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1 zum flüssigkeitsdichten Abdichten von nach aussen hin abgeschlossenen Gehäusekammern, Abteilungen, Bereichen, bei welchen ein gewisser Gasaustausch mit der Umgebung zu gewährleisten ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Kammern, Abteilungen oder Bereiche in der Gehäusewandung vorhandene Spalten, Ritzen, Kapillare und dgl. mit einer hydrophoben Beschichtung versehen werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäusewandung bzw. deren Oberfläche im Bereich der Spalten, Ritzen, Kapillare oder Öffnungen mittels hydrophoben Nanopartikeln beschichtet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrophobe Beschichtung mittels hydrophoben Nanopartikeln über einen sogenannten Sol-Gel Prozess erzeugt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrophobe Beschichtung durch das

P203738

- 12 -

Beschichten der Gehäusewandung mittels hydratisierten Silanen oder fluorhaltigen Polykondensatarn erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung mittels

5 Niedertemperatur-Plasmadampfverfahren erfolgt, wobei beim Beschichten eine kompakte Polymerschicht, vorzugsweise aus einem fluorhaltigen Polymer, auf der Gehäusewandung abgeschieden wird.

10 7. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zum flüssigkeitsdichten Abdichten von Spalten, Ritzen oder Kapillaröffnungen in Gehäusewandungen von elektrischen oder elektronischen Kleinstgeräten, wie insbesondere Kleinstgeräte im Medizinalbereich, wie insbesondere Hörgeräte.

15 8. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zum flüssigkeitsdichten Abdichten von einem Batteriefach in einem Hörgerät.

20 9. Gehäuse von elektrischen oder elektronischen Geräten, aufweisend Spalten, Kapillaröffnungen oder Ritzen, welche gegen das Eindringen von Feuchtigkeit abzudichten sind, jedoch nicht gegen Gasdurchlässigkeit, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäusewandung im Bereich der Spalten, Kapillaren oder Ritzen eine hydrophobe Beschichtung aufweist.

25 10. Gehäuse nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrophobe Beschichtung derart ist, dass der minimale Kontaktwinkel zu Wasser bei Raumtemperatur mindestens 100° beträgt.

P203738

- 13 -

11. Gehäuse nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrophobe Beschichtung eine Schichtdicke aufweist, die  $\leq 5$  Micrometer beträgt.

12. Batteriefach eines Hörgerätes, dadurch gekennzeichnet,  
5 dass der Bereich der Hörgerätegehäusewandung nahe am oder am Batteriefach mit einer hydrophoben Beschichtung versehen ist.

P203738